

zu PG 06014

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 30 18 076 A 1

⑤① Int. Cl. 3:  
F 01 P 7/00

②① Aktenzeichen: P 30 18 076.8  
②② Anmeldetag: 12. 5. 80  
④③ Offenlegungstag: 19. 11. 81

⑦① Anmelder:  
GST Gesellschaft für Systemtechnik mbH, 4300 Essen, DE

⑦② Erfinder:  
Fehn, Berthold, Dipl.-Ing., 4150 Krefeld, DE; Hennemann,  
Klaus-Jürgen, Dipl.-Ing., 5409 Horhausen, DE

DE 30 18 076 A 1

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Flüssigkeitskühlung unterschiedlich belasteter Antriebsmaschinen mit zuschaltbarem Lüfter

DE 30 18 076 A 1

- ① 1. Verfahren zur Flüssigkeitskühlung unterschiedlich belasteter Antriebsmaschinen mit zuschaltbarem Lüfter, dadurch gekennzeichnet, daß die Lüfterdrehzahl unabhängig von der Drehzahl der Antriebsmaschine geregelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlmittel- und Umgebungstemperatur, die Drehzahl der Antriebsmaschine sowie ggf. die Fahrgeschwindigkeit, die Bremspedalstellung, der Ladeluftdruck und die Regelstangenstellung gemessen und nach Vergleich mit den sich aus dem gewählten Betriebszustand der Antriebsmaschine ergebenden Sollwerten einschließlich sich etwa ergebender Differenzwerte einem Stellglied zur Drehzahlbestimmung des Lüfters eingegeben werden.
3. Kühlvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Ansprüchen 1 und 2, insbesondere für Antriebsmaschinen von Ketten- und schweren Radfahrzeugen, bestehend aus einem mittels Temperaturfühler kontrollierbaren Kühlkreislauf mit Wärmetauscher und einem bei Bedarf zuschaltbaren Lüfter, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkreislauf an einen Regelkreis angeschlossen ist, der Meßwertnehmer, wie beispielsweise Drehzahlmesser und Temperaturfühler, einen mit einer Sollwerteingabe verbundenen Komparator und ein Stellglied zur mechanischen, hydrostatischen oder elektrischen Beeinflussung der Drehzahl des Lüfters besitzt.
4. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beeinflussung der Lüfterdrehzahl ein hydrostatischer Konstantmotor vorgesehen ist, der von einer hydrostatischen Verstellpumpe gespeist wird.

- 3018076
5. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet daß als Stellglied ein Rechner oder ein entsprechend arbeitendes Logikelement verwendet wird.
  6. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet daß die Antriebsmaschine und der Lüfter in zwei getrennten Kühlkreisläufen angeordnet sind, die mittels eines von dem Stellglied ansteuerbaren Stellventils ganz oder teilweise verbindbar sind.
  7. Kühlvorrichtung nach Ansprüchen 3 bis 6, gekennzeichnet durch eine oder mehrere Kühlmittelumwälzpumpen im Kühlkreislauf.
  8. Kühlvorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen im Kühlkreislauf angeordneten Ladeluftkühler.

GST GESELLSCHAFT FOR SYSTEMTECHNIK MBH, Essen

3018076

Verfahren und Vorrichtung zur Flüssigkeitskühlung unterschiedlich belasteter Antriebsmaschinen mit zuschaltbarem Lüfter

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Flüssigkeitskühlung unterschiedlich belasteter Antriebsmaschinen mit zuschaltbarem Lüfter. Die Kühlvorrichtung ist insbesondere verwendbar für Antriebsmaschinen von Ketten- und schweren Radfahrzeugen, wobei die Temperatur des Kühlkreislaufes mittels eines Temperaturfühlers kontrolliert wird und bei Überschreiten einer fest vorgegebenen Solltemperatur der Lüfter mit voller Leistung zugeschaltet wird.

Nach dem bekannten Stand der Technik wird der Lüfter in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur ein- und ausgeschaltet.

Darüber hinaus ist in der DE-PS 19 47 802 vorgeschlagen worden, bei Fahrzeugen mit einer primären Brennkraftmaschine für den Fahrbetrieb, einer sekundären Brennkraftmaschine für den Betrieb von Nebenaggregaten und einer Kühlanlage mit Wärmetauscher die Kühlanlage der primären Brennkraftmaschine und die Kühlanlage der sekundären Brennkraftmaschine an ein gemeinsames Kühleraggregat anzuschließen, wobei die Kühlanlage der sekundären Brennkraftmaschine wahlweise getrennt oder mit der Kühlanlage der primären Brennkraftmaschine betrieben werden kann und dem Kühleraggregat ein von den Brennkraftmaschinen unabhängig angetriebener Lüfter zugeordnet ist. Die sekundäre Brennkraftmaschine dient dabei zum Antrieb des hydrostatischen Motors des Lüfters, der über ein elektromagnetisches, in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur ar-

beitendes Steuerventil angesteuert wird.

3018076

- Des weiteren sind bei Kettenfahrzeugen Vorrichtungen bekannt, die zur kurzfristigen Abschaltung der Kühler-  
 Lüfterantriebe dienen, beispielsweise in der Form, daß  
 5 beim Durchtreten des Gaspedals ein Schalter den Lüfter-  
 antrieb so lange unterbricht, bis die zulässige Kühl-  
 mittelgrenztemperatur erreicht ist. Damit soll der  
 Zweck verfolgt werden, daß zusätzliche Vortriebsenergie  
 freigestellt wird, die beispielsweise zum schnelleren  
 10 Beschleunigen über kurze Entfernung aufzubringen ist.  
 Die hierbei angewandten Methoden sind unterschiedlich.  
 Bekannt ist es, zu diesem Zweck Elektromagnetkupplungen,  
 Viskosekupplungen, hydrodynamische Kupplungen oder hydro-  
 statische Pumpen mit hydrostatischen Motoren zu verwenden.
- 15 Der Nachteil der genannten Verfahren liegt darin, daß  
 entweder dem Lüfter im eingeschalteten Zustand die volle  
 Leistung abgefordert wird oder daß er im entkoppelten  
 Zustand, wie beispielsweise bei einer hydrodynamischen  
 Kupplung, mitgeschleppt wird oder daß hohe Verluste ent-  
 20 stehen, wie zum Beispiel bei der bekannten Bypassrege-  
 lung. Im übrigen reichen die alternativ wählbaren Schalt-  
 zustände des Lüfters vielfach nicht aus, um den unter-  
 schiedlichen Lastfällen und Betriebsarten der Antriebs-  
 maschine gerecht werden zu können. Steht beispielsweise  
 25 die Antriebsmaschine vor einer länger andauernden, zu-  
 sätzlichen Belastung, so ist die zur Verfügung stehende  
 Wärmekapazität und damit das Zeitintervall, in dem der  
 Antriebsmaschine die zusätzliche Belastung abgefordert  
 werden kann, zu gering, weil zwischen dem relativ hoch  
 30 liegenden Betriebstemperaturniveau des Kühlmittels und  
 dessen maximal zulässiger Temperatur nur eine schmale  
 Spanne von ca. 20 K liegt, die zur Aufnahme weiterer

3018076

Wärmeenergie während des Lüfterstillstandes genutzt werden kann. Es muß also schon nach relativ kurzer Zeit ein Teil der Antriebsmaschinenleistung zum Betrieb des Lüfters abgezweigt werden, so daß danach nicht mehr die  
5 volle Antriebsmaschinenleistung zur Verfügung steht.

Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Flüssigkeitskühlung unterschiedlich belasteter Antriebsmaschinen mit zuschaltbarem Lüfter und eine Kühlvorrichtung zu schaffen, welche die vorge-  
10 nannten Nachteile nicht besitzt und einen bedarfsabhängigen Lüfterbetrieb gewährleistet, der nicht nur temperaturgesteuert ist. Die Aufgabe wird mittels eines Verfahrens gelöst, wonach die Lüfterdrehzahl unabhängig von der Drehzahl der Antriebsmaschine geregelt wird.  
15 Mit diesem Verfahren ist es möglich, in jedem Betriebszustand der Antriebsmaschine eine optimale Kühlmitteltemperatur einzustellen, den Lüfter jeweils in dem Bereich des optimalen Wirkungsgrades laufen zu lassen und ggf. den Leistungsbedarf des Lüfters zum Abbremsen der  
20 Antriebsmaschine zu verwenden.

Die Regelung wird in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur, der Umgebungstemperatur sowie ggf. der Fahrgeschwindigkeit, der Bremspedalstellung, der Regelstangenstellung, dem vorwählbaren Betriebszustand der Antriebs-  
25 maschine und ggf. weiterer vorgegebbarer Sollwerte über eine Regeleinheit durchgeführt. Wählbare Betriebszustände der Antriebsmaschine sind beispielsweise das Laufenlassen der Antriebsmaschine im Leerlauf vor einer kurzzeitigen Höchstbelastung zum Zwecke der vorherigen Ab-  
30 kühlung des Kühlmittels unter die normale Betriebstemperatur, das Laufenlassen mit hoher Drehzahl bei voller Leistungsabgabe sowie bei Fahrzeugantriebsmaschinen das Abbremsen des Fahrzeuges mittels Motorbremse und das

3018076

- Laufenlassen der Antriebsmaschinen mit unterschiedlichen Drehzahlen und damit unterschiedlichen Belastungen. Der Lüfter wird vorteilhafterweise nur dann angesteuert und in Betrieb gesetzt, wenn er im optimalen Wirkungsbereich arbeitet, d.h. die Antriebsmaschine zur Schaffung einer zusätzlichen Wärmekapazität vorkühlt oder seine Bremswirkung ausgenutzt werden soll. Bei dem Betriebszustand mit wechselnder Antriebsmaschinendrehzahl soll der Lüfter mit einer konstanten Drehzahl betrieben werden, die dem Bedarfsmittelwert entspricht. Insbesondere nicht eingeschaltet werden soll der Lüfter, wenn bei vorgekühlter Antriebsmaschine diesem eine kurzzeitige maximale Leistungsabgabe abgefordert wird. Sofern die Betriebszustände des Motors nicht vorgewählt sind und auch nicht gemessen werden, sind ggf. Sollwerte vorzugeben.

- Vorteilhafterweise bedient man sich zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens einer Kühlvorrichtung, die aus einem mittels Temperaturfühler kontrollierbaren Kühlkreislauf und einem bei Bedarf zuschaltbaren Lüfter besteht, wobei der Regelkreis ein Stellglied, Meßwertnehmer wie einen Antriebsmaschinendrehzahlmesser und einen oder mehrere Temperaturfühler, einen mit einer Sollwerteingabe verbundenen Komparator und eine mechanisch, hydrostatisch oder elektrisch arbeitende Einheit zur Beeinflussung der Lüfterdurchflußmenge besitzt. Der Lüfterdurchfluß ist mittels stufenloser Variation der Schaufelwinkelstellung der Lüfterradschaufeln, einer variablen Blende vor oder hinter dem Lüfterrad oder Kombinationen davon zu beeinflussen.

- Vorzugsweise wird die Lüfterdurchflußmenge mittels eines hydrostatischen Konstantmotors bestimmt, der von einer Verstellpumpe gespeist wird. Vorteilhafterweise ist die

118076

stufenlose Variation der Lüfterdrehzahl und damit der Lüfterdurchflußmenge möglich, wobei als Antriebseinheit die zu kühlende Antriebsmaschine selbst dient. Jedem Betriebszustand, Temperatur- und sonstigen Meß- oder  
5 eingegebenen Wert entspricht ein bestimmter Schwenkwinkel der Verstellpumpe.

Als Stellglied dient ein Rechner oder ein entsprechend arbeitendes Logikelement. Der Rechner wird mit Meßdaten und Sollwerten, die bestimmten vorwählbaren Betriebszu-  
10 ständen entsprechen, gespeist und bestimmt unter Berücksichtigung der Drehzahl der Antriebsmaschine, ob der Lüfter betrieben wird und ggf. welcher Schwenkwinkel an der Verstellpumpe eingestellt werden soll.

Nach einer weiteren Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes befinden sich die Antriebsmaschine und der Lüfter in  
15 zwei getrennten Kühlkreisläufen, die mittels eines von dem Stellglied ansteuerbaren Stellventils ganz oder teilweise verbindbar sind. Damit ist die Möglichkeit gegeben, die Wärmespeicherkapazität weiter zu erhöhen. Der gesamte, aus  
20 Primär- und Sekundärkreislauf bestehende Kühlkreislauf kann so aufgeteilt werden, daß der Primärkreislauf auf der zulässigen bzw. geforderten Betriebstemperatur gehalten und der Sekundärkreislauf auf Temperaturen abgekühlt wird, die weit darunter liegen. Bei voller Belastung der Antriebs-  
25 maschine wird bei Überschreiten einer vorgebbaren Solltemperatur der zweite Kühlkreislauf hinzugeschaltet, so daß selbst bei nicht eingeschaltetem Lüfter ein zusätzliches Kühlreservoir freigemacht werden kann. Ist das Stellventil stufenlos variierbar, kann je nach anfallender Antriebsmaschinenwärme diese in den Sekundärkreislauf über-  
30 führt und dort abgegeben werden. Erst wenn in beiden Kreisläufen eine bestimmte Kühlmitteltemperatur überschritten



3018076

wird, wird der Lüfter eingeschaltet und mit einer Drehzahl betrieben, die der abzuführenden Wärmemenge entspricht.

Vorteilhafterweise besitzen einer der beiden oder beide  
5 Kühlkreisläufe eine Kühlmittelumwälzpumpe sowie bei aufgeladenen Dieseltriebwerken einen Ladeluftkühler. Eine Kühlmittelumwälzpumpe gewährleistet dabei eine höhere Umwälzgeschwindigkeit des Kühlmittels und damit eine bessere Wärmeabfuhr.

10 Bekanntlich steigt die abgegebene Leistung bei aufgeladenen Dieseltriebwerken mit Ladeluftkühlung mit sinkender Ladelufttemperatur. Bisherige Ausführungen kühlen die heiße Ladeluft zunächst in einem vom Kühlwasser des Primärkreises durchflossenen Wasser-Luft-Wärmetauscher  
15 und kühlen danach durch Luft-Luft-Wärmetauscher weiter ab, wobei oft die benötigte Motorraumspülluft mitbenutzt wird. Bei der nach der vorliegenden Erfindung vorgeschlagenen Aufteilung in einen Primär- und einen Sekundärkreislauf ist es vorteilhafterweise möglich, die heiße Lade-  
20 luft mit einem Kühlmittel weit niedrigerer Temperatur als der bisher üblichen bzw. erreichten Betriebstemperatur zu kühlen und damit höhere Triebwerksleistungen zu erzielen.

Ausführungsbeispiele sind in den Zeichnungen dargestellt.  
Es zeigen

25 Fig. 1 eine Kühlvorrichtung nach der Erfindung in schematischer Darstellung,

Fig. 2 und 3 eine in zwei Kreisläufe aufgeteilte Kühlvorrichtung und

3018076

Fig. 4 ein Arbeitsschema für die Drehzahlregelung des Lüfters.

Die in Fig. 1 dargestellte Kühlvorrichtung besteht aus einem Kühlkreislauf 1, der an einer Antriebsmaschine 2  
 5 angeschlossen ist und einen Lüfter 3 enthält. Die Kühlmitteltemperatur überwacht ein Temperaturmeßfühler 4, während zur Drehzahlermittlung der Antriebsmaschine 2 ein Drehzahlmesser 5 vorgesehen ist. Der Lüfter 3 wird  
 mittels eines hydrostatischen Konstantmotors 6 angetrie-  
 10 ben, der wiederum von einer hydrostatischen Verstellpumpe 7 gespeist wird. Zweckmäßigerweise wird die hydrostatische Verstellpumpe 7 von der zu kühlenden Antriebsmaschine 2 angetrieben. Der Temperaturmeßfühler 4 und  
 15 der Drehzahlmesser 5 sind mit einem Rechner 8 verbunden, der über einen Komparator 9 auf die ggf. servogesteuerte Verstellpumpe 7 einwirkt. Der Rechner 8 ist ferner mit dem Sollwertgeber für die Wahl des Betriebszustandes 10 und einem weiteren Sollwertgeber 11, der nicht meßbare Zustandsgrößen wie die absolut zulässige Höchsttempera-  
 20 tur des Kühlmittels berücksichtigt, verbunden.

Die in Fig. 2 dargestellte Kühlvorrichtung besitzt demgegenüber zwei Kühlkreisläufe 12 und 13, die mittels eines Stellventils 14 verbunden sind. Darüberhinaus weist jeder der Kühlkreisläufe 12 und 13 einen mit dem Rechner 17 ver-  
 25 bundenen Temperaturregeber 15, 16 und je eine Kühlmittelpumpe 18, 19 auf. Der Lüfter 3 wirkt hierbei auf den Kühler 38.

Die in Fig. 3 dargestellte Kühlvorrichtung unterscheidet sich gegenüber den vorbeschriebenen dadurch, daß ein  
 30 Ladeluftkühler 20 im Sekundärkreislauf 21 vorgesehen ist, der über das Stellventil 22 mit dem Primärkreislauf 23 verbunden werden kann.

3018076

Die prinzipielle Funktionsweise der dargestellten Kühl-  
vorrichtung und damit das erfindungsgemäße Verfahren  
ergeben sich aus Fig. 4:

5     Ausgehend von einem der vier dargestellten Betriebszu-  
stände A bis D werden entsprechende Sollwerte an den  
Rechner 28 gegeben. Die vier Betriebszustände sind im  
vorliegenden Ausführungsbeispiel

10     Betriebszustand A: die Antriebsmaschine steht vor hoher  
kurzzeitiger Belastung, wofür zusätz-  
liche Wärmekapazität geschaffen wer-  
den soll

15     Betriebszustand B: der Antriebsmaschine wird die volle  
Leistung abgefordert, d.h. der Lüf-  
ter soll so lange zwangsabgeschaltet  
bleiben, bis die entsprechend ggf.  
nach Durchlaufen des Betriebszustan-  
des 24 geschaffene Wärmekapazität  
verbraucht ist. Die Zwangsabschal-  
20     tung des Lüfters wird bei Überschrei-  
ten einer vorgebbaren absoluten  
Höchsttemperatur des Kühlmittels auf-  
gehoben.

25     Betriebszustand C: der Lüfter soll zur Abbremsung des  
Motors betrieben werden (bei Fahr-  
zeugen zur Bremsenentlastung)

30     Betriebszustand D: bei Antriebsmaschinenbetrieb mit un-  
terschiedlicher Drehzahl (z.B. Berg-  
und Talfahrt) soll der Lüfter mit  
einer mittleren konstanten Drehzahl  
laufen, wodurch die mittlere Lüfter-  
bedarfsleistung verringert werden kann.

3018076

Zusätzlich werden Meßgrößen wie die Kühlmitteltemperatur 29, die Antriebsmaschinendrehzahl 30 sowie ggf. die Umgebungstemperatur 31, der Ladeluftdruck 32, die Bremspedalstellung 33 und die Fahrgeschwindigkeit 34  
 5 ermittelt und an den Rechner 28 gegeben, der einen Schwenkwinkel 35 der Verstellpumpe ermittelt. Ein Komparator 36 vergleicht diesen Schwenkwinkel mit dem Schwenkwinkel der letzten Einstellung und leitet ggf. an der Verstellpumpe eine Nachstellung ein. Darüber  
 10 hinaus ist der Rechner noch mit dem Stellventil 37 zur Verbindung oder Trennung der Kühlkreisläufe und einer Sollwerteingabe 39 verbunden.

Das geschilderte Verfahren und die beschriebene Vorrichtung ermöglichen nicht nur eine unabhängige Lüfterdrehzahlregelung, sondern auch einen Lüfterbetrieb, der je-  
 15 weils optimal auf die Wärmeabgabe des Motors und den jeweiligen Betriebszustand abgestimmt ist.



